

КАЮМОВА ГУЗЕЛЬ ГАЗИНУРОВНА

**ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ КОРЫ НАДПОЧЕЧНИКОВ И
СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У ЮНЫХ ХОККЕИСТОВ
11-15 ЛЕТ**

03.03.01 – физиология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Казань – 2014

Работа выполнена на кафедре анатомии, физиологии и охраны здоровья человека Института фундаментальной медицины и биологии Казанского (Приволжского) федерального университета

Научный руководитель: **Шайхелисламова Мария Владимировна**
доктор биологических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Мальцев Станислав Викторович**
доктор медицинских наук, профессор,
заведующий кафедрой педиатрии и
поликлинической педиатрии ГБОУ ДТО
«Казанская государственная медицинская
академия»
Балыкин Михаил Васильевич
доктор биологических наук, профессор,
заведующий кафедрой адаптивной
физической культуры ФГБОУ ВПО
«Ульяновский государственный
университет».

Ведущая организация ФГБОУ ВПО «Московский государственный
университет им.М.В.Ломоносова»;

Защита состоится «25» ноября 2014 г. в 14.00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.081.28 при ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» по адресу: 420008, г. Казань, ул. Левобулачная, д. 44.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке им. Н.И. Лобачевского при ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» по адресу: 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 35

Электронная версия автореферата размещена на официальном сайте ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» www.ksu.ru

Автореферат разослан «_____» _____ 2014 г.

*Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор биологических наук,
профессор*

Аникина Т.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования

Физические нагрузки являются мощным активатором для эндокринной и сердечно-сосудистой систем растущего организма, способствуют усилению метаболических процессов, стимулируют его рост и половое созревание (И.Х. Вахитов, 2009; А.А. Плетнев, 2010; Л.В. Поскотинова, 2010; Ю.С. Ванюшин, 2011; Р.В. Учакина, 2011; С.В. Власова, 2012; М.А. Лощенко, 2013; Р.А. Абзалов, 2013; М.В. Шайхелисламова, 2014; А.С. Чинкин, 2014; Y. Lebenthal et al., 2006; N. Zuckerman-Levin et al., 2014). Однако, даже при систематических тренировках у детей не наблюдается экономизации функций, которая свойственна взрослым, их физическая работоспособность достигается за счет значительного напряжения сердечно-сосудистой системы и деятельности эндокринных желез. Мышечные нагрузки, не соответствующие возрастным функциональным возможностям детей и подростков, в том числе нерациональные занятия спортом, могут вызывать состояния тяжелого стресса, нарушения нейроэндокринной регуляции кровообращения (И.М. Курбанова, 2002; О.Н. Кудря, 2013). Это особенно важно в связи с широким развитием детского и юношеского спорта, его изначальной направленностью на сохранение здоровья подрастающего поколения.

Ключевую роль в гуморальной регуляции мышечной деятельности организма играет кора надпочечников (А.А. Виру, П.К. Кырге, 1983; Н.А. Фомин, 2003; И.В. Меньшиков, 2010; G.P. Chrousos, 2010). Глюкокортикоиды обеспечивают переход срочных приспособительных реакций в полноценное развитие долговременной адаптации. При этом они не только мобилизуют пластические функции организма, создавая фонд свободных аминокислот в пользу образования жиров и углеводов, но и предупреждают избыточные тканевые реакции на стресс путем временного регуляторного угнетения синтеза гормонов (М.М. Ostrander, 2006). Особое значение при оценке глюкокортикоидной функции коры надпочечников имеет раздельное изучение содержания свободного и связанного кортизола. Комплекс транскортин-глюкокортикоид не обладает гормональной активностью, служит для транспортировки глюкокортикоидов к тканям и является быстро мобилизуемым резервом. Поэтому, биологическая активность гормона имеет прямую корреляцию не с общей его концентрацией, а лишь с концентрацией его свободной формы (Н.С. Сапронов, 2013). Важную роль в восстановительном периоде после мышечной нагрузки играют андрогены коры надпочечников, обладающие белково-анаболическим действием (И.Р. Валеев, 2005). Кроме того, они могут выступать в качестве защитного механизма, снижающего высокий уровень глюкокортикоидов и опасность их катаболического действия на организм (С. Gouarne, M. Duclos, 2004). Влияние физических нагрузок на состояние коры надпочечников у детей и подростков изучалось целым рядом исследователей (О.С. Arbay et al., 2001; P.M. Stevart, 2003; C.R. McCartney, 2007; N.M. Holmes et al., 2013; J. Leger et al., 2013). Однако, в большинстве работ секреторная активность коры надпочечников

рассматривается лишь как показатель тренированности детей, без учёта возрастных особенностей и гормональных перестроек периода полового созревания, когда наблюдается физиологическая гиперфункция гипоталамо – гипофизарно – надпочечниковой системы, сопровождающаяся усиленной выработкой глюкокортикоидов и андрогенов, обладающих определенным биологическим антагонизмом (Н.Б. Сельверова, 2009; Т. Reineher, 2005). Повышенные физические нагрузки на фоне функциональной незрелости системы «гипофиз – кора надпочечников» увеличивают риск перехода возрастных эволютивных процессов в эндокринные дисфункции подросткового возраста (М. Rauchenzauner et al., 2007).

Бесспорно, что одной из ведущих систем, обеспечивающих приспособление растущего организма к физическим нагрузкам является сердечно-сосудистая система, формирующаяся с возрастом и под влиянием тренирующего воздействия мышечной деятельности. Несмотря на значительное количество работ, отражающих функциональное состояние сердечно – сосудистой системы юных спортсменов (А.М. Вагапова, 2009; И.Ф. Ибрагимов, 2010; Р.С. Халиуллин, 2012; Д.Е. Елистратов, 2013 и др.), исследования особенностей гемодинамики у хоккеистов носят фрагментарный характер (В.Н. Платонов, 2004; Н.Д. Граевская, 2008; А.А. Плетнев, 2010). Вместе с тем, известно, что игра в хоккей с шайбой на льду предъявляет повышенные требования к уровню скоростных, скоростно – силовых и координационных способностей организма, результативность в которой лимитируется комплексным функционированием сердечно – сосудистой системы, двигательного, вестибулярного и зрительного анализаторов, определяется степенью эмоционально – психической устойчивости игроков. Особого внимания требует изучение гемодинамики юных спортсменов в период полового созревания в связи с усилением симпатической импульсации в нервно-мышечный аппарат сердца и кровеносных сосудов, снижающей экономичность приспособительных реакций (О.Н. Кудря, 2013). При этом одним из важнейших интегральных параметров, отражающих направление адаптационных перестроек в системе кровообращения, является вегетативный тонус – степень выраженности симпатических и парасимпатических влияний на организм (А.М. Вейн, 2003; Р.М. Баевский, 2003), который характеризуется у детей и подростков неустойчивостью (А.А. Курочкин, 2000; Е.М. Спивак, 2003; М.В. Шайхелисламова, 2013) и может изменяться под влиянием систематических мышечных тренировок (Л.Г. Лушпа, 2002; А.Ю. Шевченко, 2006; О.И. Коломиец, 2008; Е.Ю. Сеницкая, 2014).

В связи с вышеизложенным, возникает необходимость комплексного исследования функционального состояния коры надпочечников, сердечно-сосудистой системы и особенностей вегетативной регуляции сердечного ритма у хоккеистов 11-15 лет.

Результаты подобных исследований могут служить научной основой для оптимальной организации тренировочного процесса, предупреждения эндокринных дисфункций и заболеваний сердечно – сосудистой системы у спортсменов в юном возрасте.

Всё это определяет актуальность работы, теоретическое и практическое значение обозначенных в ней проблем.

Цель исследования изучение глюкокортикоидной, андрогенной функции коры надпочечников, сердечно-сосудистой системы и особенностей вегетативной регуляции сердечного ритма у мальчиков 11-15 лет, занимающихся хоккеем с шайбой на льду.

Задачи исследования

1. Изучить состояние глюкокортикоидной и андрогенной функций коры надпочечников с учётом возраста и стадий полового созревания юных хоккеистов.

2. Исследовать реакцию срочной адаптации глюкокортикоидной и андрогенной функций коры надпочечников на дозированную физическую нагрузку.

3. Выявить особенности функционального состояния сердечно-сосудистой системы с учетом возраста и стадий полового созревания хоккеистов.

4. Изучить реакцию центральной гемодинамики на дозированную физическую нагрузку.

5. Изучить вариабельность сердечного ритма и состояние исходного вегетативного тонуса у юных хоккеистов.

6. Исследовать взаимосвязь экскреции кортизола, метаболитов половых гормонов и гемодинамических параметров у спортсменов в состоянии относительного покоя и после дозированной физической нагрузки.

Научная новизна исследования

Впервые проведено комплексное исследование функционального состояния коры надпочечников и сердечно – сосудистой системы, а также особенностей вегетативной регуляции сердечного ритма у юных хоккеистов в 11-15 лет.

Показано, что экскреция свободного кортизола у спортсменов характеризуется наиболее высокими показателями в 11-14 лет, к 15 годам наблюдается её достоверное снижение при стабилизации связанного кортизола и увеличении экскреции метаболитов половых гормонов, что проявляется как в состоянии покоя, так и после дозированной физической нагрузки.

Выявлено относительное замедление процесса полового созревания мальчиков-спортсменов (развития вторичных половых признаков), при этом, пубертатные преобразования глюкокортикоидной и андрогенной функции коры надпочечников у них завершаются раньше, чем у детей контрольного класса.

Показана неустойчивость вегетативной регуляции сердечного ритма у хоккеистов 11-15 лет, проявляющаяся в преобладании симпатико- или парасимпатикотонических влияний. Большинство спортсменов 11, 12 и 13 лет отнесено к группе с симпатикотоническим вариантом исходного вегетативного тонуса (54,54% - 100%). От 13 к 14 годам увеличивается количество

ваготоников, в 15 лет они составляют 100% из числа всех обследованных подростков.

Установлено, что функциональное состояние сердечно-сосудистой системы юных хоккеистов в покое характеризуется относительным увеличением систолического и диастолического артериального давления в 11, 12 и 13 лет, общего периферического сопротивления сосудов от 11 к 15 годам. Дозированная физическая нагрузка вызывает преимущественное увеличение частоты сердечных сокращений при отсутствии положительного сдвига ударного объема крови (11,12 лет). Во всех возрастных группах повышается среднее гемодинамическое артериальное давление, возрастает или незначительно снижается периферическое сопротивление сосудов.

Впервые показано, что у хоккеистов 11-15 лет наблюдаются значительные изменения внутри – и межсистемных корреляций с возрастом и под влиянием физических нагрузок. При функциональном напряжении организма наиболее стабильна связь экскреции свободного кортизола с амплитудой моды и индексом напряжения, диастолическим артериальным давлением и общим периферическим сопротивлением сосудов.

Научно-практическая значимость.

Полученные результаты исследования:

- расширяют научные представления об особенностях срочной и долговременной адаптации коры надпочечников и сердечно-сосудистой системы мальчиков 11-15 лет к повышенным физическим нагрузкам в процессе их возрастного развития и полового созревания;
- могут быть использованы специалистами по возрастной физиологии, физиологии спорта и педиатрами для оптимальной и научно-обоснованной организации тренировочного процесса, предупреждения заболеваний эндокринной и сердечно-сосудистой системы у спортсменов в юном возрасте.

Положения, выносимые на защиту

1. С возрастом, в процессе многолетних тренировок у хоккеистов 11-15 лет активность глюкокортикоидной функции коры надпочечников снижается, наблюдается стабилизация её резерва при увеличении уровня андрогенов.

2. Реакция срочной адаптации сердечно-сосудистой системы на дозированную физическую нагрузку у юных хоккеистов сопровождается усилением сосудистого компонента в обеспечении артериального давления при отсутствии положительного сдвига ударного объема крови в 11, 12 и 13 лет.

Апробация результатов исследования

Результаты исследования доложены на III съезде физиологов СНГ (Ялта, Украина, 2011); Всероссийской научно-практической конференции «О повышении роли физической культуры и спорта в развитии личности студентов» (Казань, 2011); V Всероссийской с международным участием школе-конференции «Физиология кровообращения» (Москва, 2012); VIII

Международном междисциплинарном конгрессе «Нейронаука для медицины и психологии» (Крым, 2012); IV Всероссийской с международным участием конференции по управлению движением, приуроченной к 90-летию юбилею кафедры физиологии ФГБОУ ВПО «РГУФКСМиТ» (Москва, 2012); XI Всероссийской с международным участием научной школы-конференции «Механизмы адаптации растущего организма к физической и умственной нагрузке» (Казань, 2012); Всероссийской научно-практической конференции «Безопасность жизнедеятельности: наука, образование и практика (Казань, 2013); Всероссийской научной конференции с международным участием Медико-биологические аспекты физической культуры: проблемы и перспективы развития (Казань, 2013); Международной научно-практической конференции «Наследие крупных спортивных событий как фактор социально-культурного и экономического развития региона». Поволжская ГАФКСиТ, (Казань, 2013); Международной научно-практической конференции (Тамбов, 2013); XXI съезде физиологического общества имени И.П.Павлова (Волгоград, 2013).

По материалам диссертации опубликовано 18 научных работ, в том числе 4 статьи в изданиях, из перечня ВАК МОиН РФ.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа объемом 171 страница состоит из введения, обзора литературы, описания организации и методов исследования, главы результатов исследования и их обсуждения, заключения, выводов и списка литературы. Работа содержит 12 таблиц, 44 рисунка. Список литературы включает 351 источник, из них - 273 отечественных и 78 зарубежных авторов.

Список используемых сокращений

К - кортизол связанный; **Ксв** - кортизол свободный; **КН** - кора надпочечников; **17-КС** - 17-кетостероиды; **ВНС** - вегетативная нервная система; **ЧСС** - частота сердечных сокращений; **Мо** - мода; **АМо** - амплитуда моды; **Δх** - вариационный размах; **ИН** - индекс напряжения; **ИВТ** - исходный вегетативный тонус; **С** - симпатикотония; **Н** - нормотония; **В** - ваготония; **ССС** - сердечно-сосудистая система; **АД** - артериальное давление; **САД** - систолическое артериальное давление; **ДАД** - диастолическое артериальное давление; **СГД** - среднее гемодинамическое давление; **УОК** - ударный объем крови; **МОК** - минутный объем крови; **ОПСС** - общее периферическое сопротивление сосудов; **СК** - спортивный класс; **КК** - контрольный класс.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследовании приняли участие мальчики 11-15 лет, обучающиеся в спортивных классах МБОУ « Средней общеобразовательной школы №1» Вахитовского района г. Казани, занимающиеся хоккеем с шайбой на льду (15-18 часов в неделю) и мальчики контрольного класса, занимающиеся физической культурой по программе общеобразовательной школы (3 часа в неделю). Для характеристики физического развития определялись

антропометрические показатели: длина тела (см), масса тела (кг) и окружность грудной клетки по В.В. Бунак (1968).

Состояние глюкокортикоидной и андрогенной функции КН изучалось на основании экскреции с мочой Ксв, К и 17-КС. Количественное определение Ксв осуществлялось на основе иммуноферментативного колориметрического метода (W.B. Saunders, 1979) с использованием лабораторной установки – URINARY «FREE» CORTISOL ELISA (EIA-2989), (производство Германия). Содержание К определялось методом хемилюминесцентного иммуноанализа на микрочастицах (Collins W.P. et al., 1983) с использованием оптической системы ARCHITECT *i* (производство США). Для определения 17-КС использовался колориметрический метод Н.В. Самосудовой и Ж.Ж. Басс на основе реакции Циммермана с *m*-динитробензолом в модификации М.А. Креховой (В.Г. Колб, В.С. Камышников, 1976). Оптическая плотность раствора измерялась на фотоэлектроколориметре ФЭК-56 ПМ.

Для исследования функционального состояния ССС использовался метод тетраполярной грудной реоплетизмографии с применением реографического комплекса «Рео-Спектр» (производство Россия), включающего аналого-цифровой преобразователь в комплексе с компьютером Pentium-4. УОК рассчитывали по формуле Кубичека в модификации Ю.Т. Пушкаря с соавт. (1980), МОК – как произведение УОК на ЧСС. ОПСС рассчитывали по формуле Пуазейля (Ф.Д. Акулова, 1986). Измерение АД производилось по методу Н.С. Короткова в состоянии относительного покоя в положении сидя на полуавтоматическом приборе MF-30 (Япония). Определялось САД, ДАД и СГД (О.А. Мутафьян, 2003).

Исследование variability сердечного ритма проводилось по методу вариационной пульсометрии Р.М. Баевского (1984, 2003) с использованием автоматизированного комплекса «Рео-Спектр (с программой анализа «Поли - Спектр»)». Ритм сердца регистрировался в течение 3 минут в положении лежа. Анализировались показатели ЧСС, Мо, АМо, Δх и ИН. Оценка ИВТ осуществлялась по показателям ИН с учетом его возрастной градации.

Дозированная физическая нагрузка задавалась в течение 3 минут на велоэргометре «РИТМ» ВЭ-05 (производство Украина) в положении сидя и составляла 1,5 Вт на 1 кг массы тела, частота педалирования 60 об/мин.

Статистическую обработку полученных данных проводили общепринятыми методами вариационной статистики с применением пакета программ Microsoft Excel, 2007. Для оценки достоверности различий использовали Т-тест, основанный на *t*-критерии Стьюдента. Для выяснения степени сопряженности полученных показателей использовался метод парной корреляции.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изменение функционального состояния коры надпочечников у хоккеистов 11-15 лет с возрастом и на разных стадиях полового созревания

Анализ возрастной динамики КН у юных хоккеистов показал, что суточная экскреция Ксв у спортсменов от 11 к 14 годам изменяется незначительно (табл.1) и находится в пределах от $206,01 \pm 10,34$ до $242,80 \pm 16,10$ нмоль/сут, а в 15 лет наблюдается её достоверное снижение на $32,77$ нмоль/сут по сравнению с 14-летними ($p < 0,05$). У мальчиков контрольного класса экскреция Ксв в 1,6-1,9 раз ниже, чем у спортсменов в 12,13 и 14 лет ($p < 0,05$), а от 13 к 14 и 15 годам отмечается её увеличение на $39,05$ нмоль/сут ($p < 0,05$) и $31,43$ нмоль/сут ($p < 0,05$), что отражает основные тенденции развития КН у подростков, согласно которым, первый значительный прирост кортизола отмечен в 14 лет (Н.Б. Сельверова, Т.А. Филиппова, 2000).

Таблица 1

Показатели экскреции кортизола и метаболитов андрогенов у мальчиков спортивного и контрольного класса 11-15 лет ($M \pm m$)

Возраст	Показатели					
	Ксв		К		17-КС	
	нмоль/сут		мкг/сут		мг/сут	
	СК	КК	СК	КК	СК	КК
11	•		•		•	
	219,89 $\pm 12,42$	120,62 $\pm 4,80$	42,92 $\pm 1,84$	33,14 $\pm 1,81$	9,62 $\pm 0,64$	5,38 $\pm 0,20$
12	•		•		•	
	221,60 $\pm 14,02$	132,96 $\pm 5,92$	38,45 $\pm 1,75$	32,45 $\pm 1,34$	*5,16 $\pm 0,28$	5,88 $\pm 0,36$
13	•		•		•	
	242,80 $\pm 16,10$	130,25 $\pm 5,02$	*54,00 $\pm 3,00$	39,84 $\pm 1,69$	4,44 $\pm 0,14$	*7,43 $\pm 0,40$
14	•		•		•	
	206,01 $\pm 10,34$	*169,30 $\pm 7,37$	60,32 $\pm 4,06$	*46,30 $\pm 1,90$	*11,84 $\pm 0,86$	*8,41 $\pm 0,18$
15	•		•		•	
	*173,24 $\pm 9,01$	*200,73 $\pm 10,12$	56,18 $\pm 2,80$	*60,86 $\pm 3,82$	10,04 $\pm 0,70$	*10,06 $\pm 0,60$

Примечание: * - различия достоверны по сравнению с предыдущим возрастом при $p < 0,05$; • - различия достоверны между СК и КК при $p < 0,05$.

Далее было установлено, что экскреция Ксв и К у хоккеистов с возрастом изменяется разнонаправленно – на фоне снижения Ксв от 14 к 15 годам, наблюдаются стабильные и относительно высокие показатели К (в пределах от $56,18 \pm 2,80$ до $60,32 \pm 4,06$ мкг/сут) и их достоверный прирост в 13 лет ($p < 0,05$), что может свидетельствовать о формировании быстро мобилизуемого резерва глюкокортикоидов (В.Б. Розен, 1984) в процессе долговременной адаптации мальчиков к повышенным физическим нагрузкам. Анализ суточной экскреции 17-КС показал, что у хоккеистов в 12 и 13 лет она не превышает $5,16 \pm 0,28$

мг/сут, а далее сменяется резким скачком в 14-летнем возрасте ($p<0,05$). Обращают на себя внимание хоккеисты 11 лет, у которых наблюдается неожиданно высокий уровень 17-КС, составляющий $9,62\pm0,64$ мг/сут, на $4,24$ мг/сут превышающий показатели контрольного класса ($p<0,05$) и на $4,46$ мг/сут – данные 12-летних спортсменов ($p<0,05$). Скачок экскреции 17-КС на начальном этапе тренировочного процесса в сочетании с относительно высоким уровнем Ксв может указывать на стрессорное воздействие физических нагрузок и возможное участие андрогенов в регуляции мышечной деятельности мальчиков (А.А. Виру, 1989).

Учитывая, что развитие эндокринных желез в подростковом возрасте определяется преимущественно уровнем половой зрелости, изучение функционального состояния КН проводилось на каждой стадии полового созревания. При этом установлено, что распределение мальчиков по стадиям полового созревания в спортивном и контрольном классе имеет свои особенности. Так, среди школьников 11 лет, не занимающихся спортом, 30% находится уже на II стадии полового созревания, тогда как в группе хоккеистов все дети относятся лишь к I стадии. В 13 лет количество мальчиков III стадии полового созревания в контрольном классе увеличивается на 50%, а 20 % относятся уже к IV стадии – стадии максимального стероидогенеза (И.А. Држевецкая, 1994). Тогда как в группе спортсменов 30% подростков все еще проходят II стадию полового созревания, а все остальные – на III стадии. В 15 лет 70% мальчиков контрольного класса вступают в V стадию полового созревания, а у спортсменов все еще преобладает IV стадия, более того, 10% мальчиков остаются на III стадии.

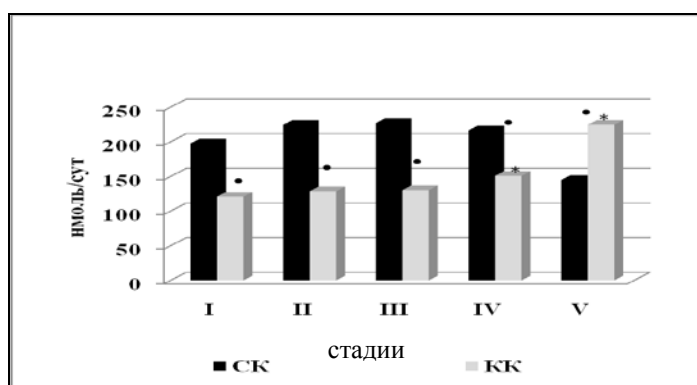


Рис. 1. Экскреция свободного кортизола у мальчиков спортивного и контрольного классов на разных стадиях полового созревания

Примечание: * - различия достоверны по сравнению с предыдущей стадией при $p<0,05$; • - различия достоверны между СК и КК при $p<0,05$.

Исследование экскреции гормонов КН на каждой стадии полового созревания (рис.1, 2) показало, что выделение Ксв у спортсменов характеризуется стабильно высокими показателями на I-IV стадиях (от $203,20\pm11,06$ – $227,14\pm14,89$ нмоль/сут) и резким их снижением к V стадии – на $71,58$ нмоль/сут ($p<0,05$), при этом динамика 17-КС и К повторяет изменения Ксв. В отличие от мальчиков контрольного класса, у которых экскреция Ксв на

I – IV стадиях полового созревания существенно ниже ($p<0,05$), а к V стадии отмечается её резкий скачок. Быстрое формирование системы гипофиз-кора надпочечников у детей, занимающихся спортом, отмечается и в других исследованиях, что расценивается как тренирующий эффект систематической мышечной деятельности (Л.Ф. Бережков, 1973; Н.А.Фомин, 2003).

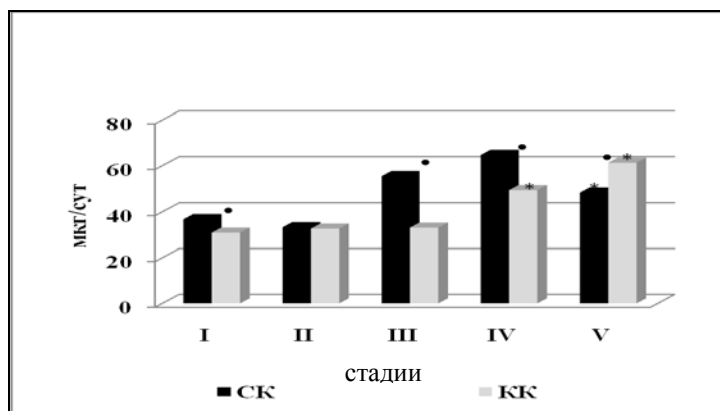


Рис. 2. Экскреция 17-кетостероидов у мальчиков спортивного и контрольного класса на разных стадиях полового созревания

Примечание: * - различия достоверны по сравнению с предыдущей стадией при $p<0,05$; • - различия достоверны между СК и КК при $p<0,05$.

Реакция коры надпочечников на дозированную физическую нагрузку

Проведенный анализ показал, что реакция глюкокортикоидной и андрогенной функции КН на дозированную велоэргометрическую нагрузку имеет свои особенности и зависит от возраста спортсменов (рис. 3, 4). Так, у хоккеистов 11 и 12 лет наблюдается увеличение экскреции Ксв на 118,70 нмоль/час ($p<0,05$) и 59,00 нмоль/час ($p<0,05$), что в процентном выражении соответствует 70,86, и 22,39 %, а в 14- и 15-летнем возрасте, напротив – её снижение на 22,69 % ($p<0,05$) и 18,71% ($p<0,05$). Вероятно, с возрастом, по мере увеличения тренированности хоккеистов повышается резистентность их организма к мышечной нагрузке как к стрессору. Другая динамика наблюдается в экскреции К – в отличие от Ксв, у хоккеистов 11 и 12 лет имеет место её снижение на 13,31мкг/час ($p<0,05$) и 16,24 мкг/час ($p<0,05$) в том и другом возрасте соответственно, а в 14 и 15 лет она практически не отличается от донагрузочных значений. Стабильные показатели К на фоне снижения Ксв могут указывать на совершенствование глюкокортикоидной функции КН и формирование её резерва в процессе долговременной адаптации подростков к повышенной физической нагрузке. Реакция андрогенной функции КН имеет свои особенности. Так, в 11 и 12 лет сдвиги в экскреции 17-КС отсутствуют или незначительны, в 14 и 15 лет наблюдается её увеличение на 3,69 и 6,23 мг/час ($p<0,05$), при снижении уровня Ксв. Это может свидетельствовать о преобладании анаболических процессов над катаболическими и высокой эффективности переключения организма юных хоккеистов от мышечной деятельности к восстановлению (А.А. Виру, П.К. Кырге, 1983).

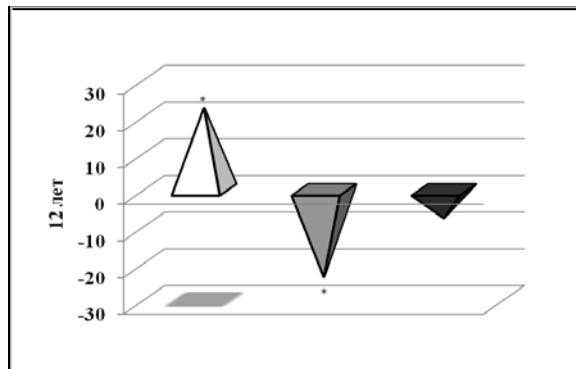
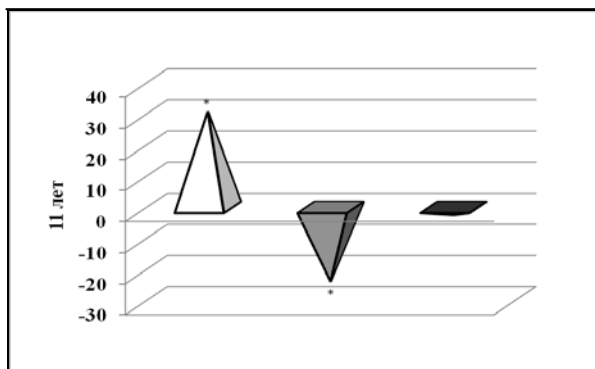


Рис. 3. Изменение экскреции кортизола и метаболитов половых гормонов в ответ на дозированную физическую нагрузку у хоккеистов 11 и 12 лет (%)

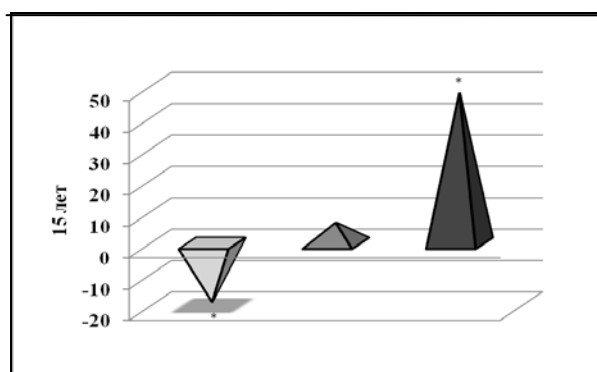


Рис. 4. Изменение экскреции кортизола и метаболитов половых гормонов в ответ на дозированную физическую нагрузку у хоккеистов 15 лет (%)

Примечание: ■ Ксв

■ К

■ 17-КС

Состояние гемодинамики, исходного вегетативного тонуса у хоккеистов 11-15 лет

Проведенное исследование показало, что динамика различных параметров ССС у юных хоккеистов имеет свои особенности и отличия с показателями мальчиков контрольного класса. Так, у спортсменов 11 лет ЧСС составляет $84,40 \pm 1,90$ уд/мин, с возрастом наблюдается её постепенное снижение до $65,66 \pm 1,02$ уд/мин, наиболее ярко выраженное от 14 к 15 годам ($p < 0,05$) – $6,94$ уд/мин. УОК в 11, 12 лет равен $53,91 \pm 1,40$ и $54,90 \pm 2,41$ мл, его существенное увеличение наблюдается от 13 к 14 и 15 годам – на $5,41$ мл ($p < 0,05$) и $7,42$ мл ($p < 0,05$), что соответствует результатам исследований, проведенных на юных пловцах, лыжниках, гимнастах (А.М. Вагапова, 2009; Р.С. Халиуллин, 2012; А.Ф. Ибрагимов, 2010; Д.Е. Елистратов, 2013 и др). У мальчиков, не занимающихся спортом, значения УОК достоверно ниже, различия находятся в пределах от $11,84$ до $15,96$ мл ($p < 0,05$). Особенностью динамики ОПСС у юных хоккеистов является повышение его с возрастом, что наиболее ярко проявляется от 12 к 13 и от 13 к 14 годам, когда прирост составляет $202,90$ и $227,18$ дин $\text{с}^{-1}\text{см}^{-5}$ ($p < 0,05$). В 15 лет наметившаяся тенденция сохраняется, тогда как у мальчиков контрольного класса наблюдается снижение ОПСС к 15 годам, составляющее $345,17$ дин $\text{с}^{-1}\text{см}^{-5}$ по сравнению с 11- летними ($p < 0,05$). То есть, интенсивные мышечные нагрузки являются фактором, провоцирующим возрастное увеличение ОПСС у юных

хоккеистов. Оценивая динамику АД необходимо отметить, что у спортсменов 11,12 и 13 лет наблюдаются неожиданно высокие значения САД, достигающие верхней границы нормы для здоровых подростков (О.А. Мутафьян, 2002; Н.А. Агаджанян, 2009) - от $129,66 \pm 1,19$ до $131,24 \pm 2,00$ мм.рт.ст. Это сопровождается и высокими показателями ДАД, на 5,00 и 7,18 мм.рт.ст., превосходящими значения контроля ($p < 0,05$). Особого внимания заслуживает СГД как гемодинамическая константа, позволяющая судить о соответствии между сердечным выбросом и состоянием сосудистого тонуса. У хоккеистов наблюдается стабилизация данного параметра на относительно высоких цифрах – от $91,73 \pm 0,93$ мм.рт.ст. до $98,64 \pm 2,25$ мм.рт.ст., тогда как у мальчиков контрольного класса оно не превышает $88,06 \pm 1,80$ мм.рт.ст. То есть, увеличение СГД у спортсменов в сочетании с более высокими значениями ОПСС могут указывать на снижение пропускной способности капилляров (Г.М. Яковлев, В.А. Карлов, 1992).

Наиболее важным интегральным параметром, отражающим характер протекания адаптационных перестроек в системе кровообращения является ИВТ (рис.5). В группе хоккеистов 11 лет симпатотоники составляют 100% из числа обследованных, при этом среднегрупповые значения ИН равны $291,23 \pm 45,10$ усл.ед, что соответствует гиперсимпатикотонии и наблюдается на фоне снижения Δx .

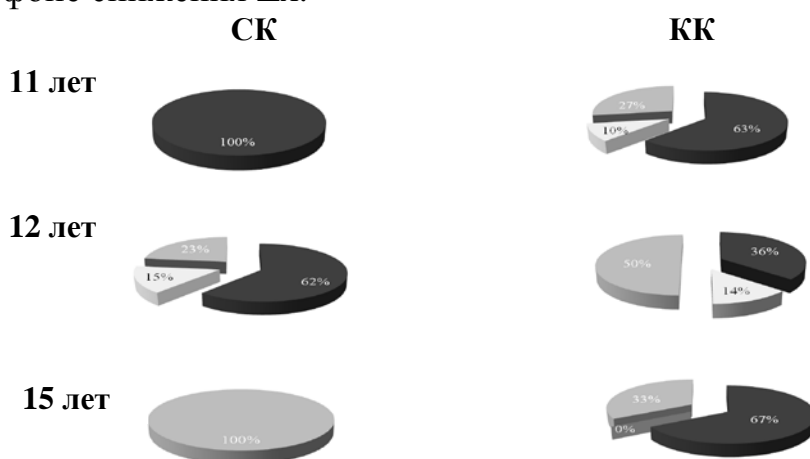


Рис.5. Соотношение различных вариантов исходного вегетативного тонуса у мальчиков спортивного и контрольного класса (%)

Примечание: ■ Симпатотоники □ Нормотоники ▒ Ваготоники

В 12 и 13 лет, также как у 11-летних, преобладающей группой, остаются мальчики с выраженными симпатическими влияниями на сердечный ритм, составляющие 61,55 и 54,54%. От 13 к 14 годам увеличивается общее количество ваготоников до 81,82%, при этом снижается процент спортсменов с симпатико- и нормотоническим вариантом ИВТ. В 15 лет ваготоники составляют уже 100% из числа всех обследованных подростков.

Реакция сердечно-сосудистой системы на дозированную физическую нагрузку

Дозированная физическая нагрузка вызывает изменения показателей гемодинамики, интенсивность и направленность которых зависит от возраста хоккеистов (рис.6). Так, в 11, 12 и 13 лет сдвиг ЧСС равен 20,33, 25,03 и 31,13% ($p<0,05$) в каждом возрасте соответственно, при этом прирост показателей УОК практически отсутствует (рис.6.). Далее было показано, что прирост МОК (от 20,08 до 37,83 %) сопровождается одновременным увеличением ОПСС ($p<0,05$) – в пределах от 142,71 до 555,10 дин $\text{с}^{-1}\text{см}^{-5}$, наиболее ярко выраженном в 12 лет. При этом достоверно возрастает и ДАД ($p<0,05$), что в целом может указывать на несоответствие увеличивающегося объема циркулирующей крови пропускной способности капилляров, которое подтверждается математически значимым приростом СГД ($p<0,05$).

У хоккеистов 14 и 15 лет наблюдается более сбалансированное соотношение хроно- и инотропной реакции сердца и возрастание роли последней в обеспечении МОК. Так, прирост ЧСС в 14 лет составляет 20,78% ($p<0,05$), в 15 лет – 11,24% ($p<0,05$), а УОК – 21,80% ($p<0,05$) и 16,10%. При этом закономерно увеличивается САД – на 24,30% ($p<0,05$) и на 20,33% ($p<0,05$), имеет место относительная стабилизация ДАД. Однако, наблюдаемое при этом снижение ОПСС на 133,15 и на 188,98 дин $\text{с}^{-1}\text{см}^{-5}$ является недостаточным при существенном увеличении МОК на 38,25% (14 лет) и 40,05% (15 лет), что приводит к приросту СГД ($p<0,05$). То есть, увеличение МОК наблюдается без должного снижения ОПСС и мышечная работа происходит в условиях существенной нагрузки на артериальное русло (Н.Н. Савицкий, 1974).

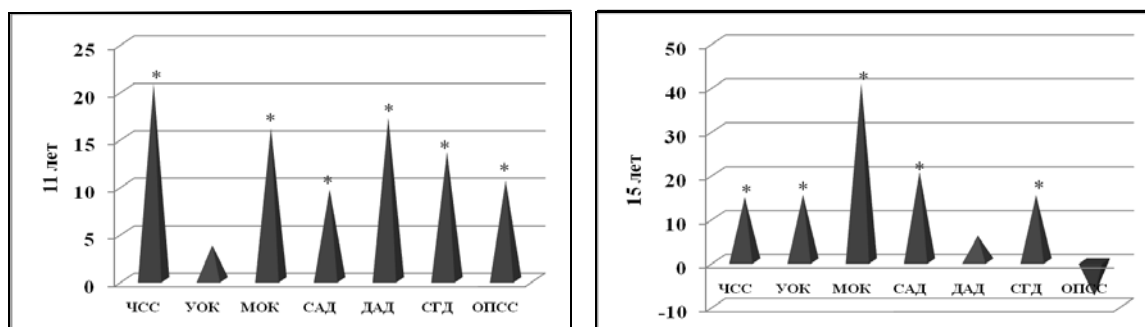


Рис.6. Изменение показателей гемодинамики в ответ на дозированную физическую нагрузку у юных хоккеистов (%).

Взаимосвязь экскреции кортизола, метаболитов андрогенов и гемодинамических параметров у мальчиков спортсменов 11-15 лет.

Анализ корреляций между показателями экскреции Ксв, К, 17-КС, параметрами гемодинамики и вегетативной регуляции сердечного ритма показал, что эти связи динамичны, изменяются с возрастом спортсменов и под влиянием дозированной физической нагрузки (рис.7,8). Так, одновременное и существенное увеличение абсолютных показателей экскреции Ксв и 17-КС у хоккеистов 11 лет на начальном этапе интенсивного тренировочного процесса при резком усилении симпатических влияний на сердечный ритм

сопровождается положительными и достоверными корреляциями Ксв – 17-КС ($r=+0,65$, $p<0,05$), Ксв – АМо ($r=+0,70$, $p<0,05$), 17-КС – АМо ($r=+0,72$, $p<0,05$), Ксв – ИН ($r=+0,72$, $p<0,05$), что может указывать на взаимоусиливающее биологическое действие глюкокортикоидов и андрогенов в состоянии функционального напряжения организма. Анализ корреляций между параметрами гемодинамики и КН у хоккеистов 11 лет выявил положительные связи УОК – Ксв ($r=+0,60$, $p<0,05$), МОК – Ксв ($r=+0,63$, $p<0,05$), МОК – 17-КС ($r=+0,65$, $p<0,05$), Ксв – САД ($r=+0,24$, $p<0,05$), Ксв – ДАД ($r=+0,45$) на фоне достоверной связи Ксв – ИН ($r=+0,72$, $p<0,05$). Это согласуется с целым рядом исследований, проведенных в состоянии напряжения адаптации и болезни, подтверждает важную роль кортизола в формировании синдрома острого и хронического стресса (А.Н. Шарапов, 2000; S Michie, A. Cockcroft, 1996; И.Р. Валеев, 2005; G.P. Chrousos, 2010 и др.).

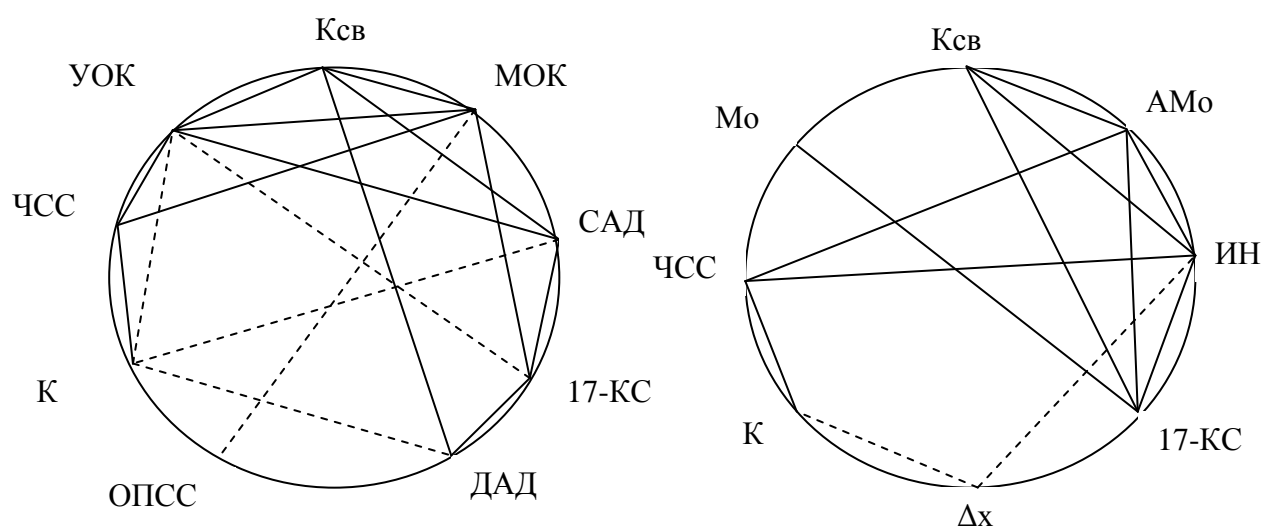


Рис.7. Корреляции между показателями экскреции гормонов коры надпочечников, гемодинамики и вариабельности сердечного ритма у юных хоккеистов 11 лет в состоянии относительного покоя

Дозированная физическая нагрузка вызывает изменения внутри – и межсистемных корреляций. У хоккеистов 11, 12 и 13 лет преобладание сосудистых реакций и ЧСС при отсутствии положительного сдвига УОК сопровождается разрывом связей УОК – МОК, УОК – САД, отрицательной зависимостью УОК – ЧСС ($r=-0,72$, $p<0,05$) и положительной ЧСС – МОК ($r=+0,56$). При этом усиливаются связи с показателями АД: ОПСС – САД ($r=+0,80$, $p<0,05$), ОПСС – ДАД ($r=+0,62$, $p<0,05$). Тесно взаимосвязанный комплекс САД – ДАД – ОПСС подтверждает преобладающее значение сосудистого фактора в обеспечении АД. Примечательно, что при этом имеет место резкое увеличение экскреции Ксв в восстановительном периоде и достоверная положительная связь Ксв – ОПСС ($r=+0,82$, $p<0,05$) и Ксв – ДАД ($r=+0,84$, $p<0,05$), что, вероятно, указывает на возможную регулируемую роль кортизола в обеспечении гемодинамических эффектов (В.В. Виноградов, 1989; С.А. Хорева, 1991; N. Zuckerman-Levin et al., 2014).

Таким образом, систематические спортивные тренировки являются доминирующим фактором в развитии КН, ССС и половом созревании хоккеистов 11-15 лет. При этом с возрастом у юных спортсменов повышается устойчивость КН к воздействию физических нагрузок, формируется быстро мобилизуемый резерв кортизола. Особенностью адаптации ССС мальчиков к игре в хоккей является склонность к гипертоническим реакциям, что проявляется в увеличении САД в покое, одновременном приросте МОК, ОПСС и СГД после дозированной физической нагрузки. Это сопровождается резким смещением вегетативного баланса в сторону преобладания симпатических (11 лет) или парасимпатических (15 лет) влияний на сердечный ритм и требует пристального врачебного контроля, коррекции интенсивности режима спортивных тренировок.

ВЫВОДЫ

1. С возрастом у хоккеистов 11-15 лет наблюдается снижение суточной экскреции свободного кортизола, при увеличении и стабилизации его связанной формы, повышении уровня метаболитов половых гормонов.

2. Пубертатные преобразования коры надпочечников у мальчиков-спортсменов характеризуются максимальной экскрецией свободного кортизола на I-IV стадии полового созревания, 17-кетостероидов и связанного кортизола - на III и IV стадиях, а также одновременным снижением их уровня к V стадии полового созревания.

3. Реакция коры надпочечников на дозированную физическую нагрузку у хоккеистов изменяется с возрастом – в 11 и 12 лет наблюдается существенное увеличение экскреции свободного кортизола, её снижение к 15-летнему возрасту, сопровождающееся постоянным уровнем связанного кортизола и повышением метаболитов половых гормонов

4. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы юных спортсменов 11 – 15 лет в покое характеризуется относительным увеличением систолического и диастолического артериального давления в 11, 12, 13 лет, общего периферического сопротивления сосудов от 11 к 15 годам, на фоне урежения частоты сердечных сокращений и повышения ударного объема крови с возрастом.

5. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы хоккеистов зависит от стадий полового созревания, сопровождается максимальными значениями частоты сердечных сокращений и систолического артериального давления на I и II стадиях, а ударного объема крови и общего периферического сопротивления сосудов – на IV стадии полового созревания.

6. Реакция сердечно-сосудистой системы на дозированную физическую нагрузку у юных хоккеистов зависит от возраста:

- в 11, 12 и 13 лет преобладает хронотропная реакция сердца, наблюдается прирост диастолического артериального давления и общего периферического сопротивления сосудов при отсутствии положительного сдвига ударного объема крови;

- в 14 и 15 лет имеет место усиление инотропной функции сердца, а также увеличение среднегемодинамического артериального давления.

7. Для большинства спортсменов 11, 12 и 13 лет свойственен симпатикотонический вариант исходного вегетативного тонуса (снижение Mo , ΔX и увеличение $ИН$). От 13 к 14 годам возрастает количество ваготоников, в 15 лет они составляют 100% из числа всех обследованных подростков.

8. У хоккеистов 11 – 15 лет наблюдаются значительные изменения внутри – и межсистемных корреляций с возрастом и под влиянием физических нагрузок. При функциональном напряжении организма, наиболее стабильна связь экскреции свободного кортизола с $АМо$ и $ИН$, диастолическим артериальным давлением и общим периферическим сопротивлением сосудов.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Бахтагараева Г.Г. Реакция гемодинамики на дозированную физическую нагрузку у школьников с различным исходным вегетативным тонусом/ Шайхелисламова М.В., Ситдилов Ф.Г., Ситдилова А.А., Дикопольская Н.Б., Бахтагараева Г.Г.// Научные труды III съезда физиологов СНГ. - Ялта, Украина, 2011. – С. 212.

2. Каюмова Г.Г. Состояние гемодинамики у детей с различным тонусом вегетативной нервной системы/ Шайхелисламова М.В., Ситдилова А.А., Каюмова Г.Г. // Физиология кровообращения: V Всероссийская с международным участием школа-конференция. – Москва, 2012. – С. 185.

3. Каюмова Г.Г. Нейро-гуморальные механизмы адаптационных реакций детей 7-15 лет/ Шайхелисламова М.В., Дикопольская Н.Б., Ситдилова А.А. , Каюмова Г.Г.// Нейронаука для медицины и психологии. 8-ой международный междисциплинарный конгресс. – Судак. Украина, 2012. – С. 440.

4. Каюмова Г.Г. Нервные и гормональные механизмы адаптации школьников к дозированной физической нагрузке/ Шайхелисламова М.В., Каюмова Г.Г., Ситдилова А.А. , Дикопольская Н.Б. // Материалы IV Всероссийской с международным участием конференции по управлению движением, приуроченной к 90-летию юбилею кафедры физиологии ФГБОУ ВПО «РГУФКСМиТ». – Москва, 2012. – С.159.

5. Каюмова Г.Г. Влияние исходного вегетативного тонуса на состояние гемодинамики младших школьников/ М. В. Шайхелисламова, Ф. Г. Ситдилов, Ситдилова А.А. , Г. Г. Каюмова // Физиология человека. – 2012. – Т.38, №4. – С.89-95.

6. Каюмова Г.Г. Показатели физического развития и частоты сердечных сокращений у юных хоккеистов/ Каюмова Г.Г., Шайхелисламова М.В., Ситдилов Ф.Г. Ситдилова А.А., // Материалы XI Всероссийской с международным участием научной школы-конференции «Механизмы адаптации растущего организма к физической и умственной нагрузке». – Казань, 2012. – С.67.

7. Каюмова Г.Г. Влияние физической нагрузки на состояние надпочечниковых желез в детском возрасте/ Шайхелисламова М.В., Каюмова Г.Г. Ситдикова А.А., // Материалы XI Всероссийской с международным участием научной школы-конференции «Механизмы адаптации растущего организма к физической и умственной нагрузке». – Казань, 2012. – С.171.

8. Каюмова Г.Г. Реакция коры надпочечников на дозированную физическую нагрузку у детей с различным исходным вегетативным тонусом / Шайхелисламова М.В., Ситдигов Ф.Г., Ситдикова А.А. , Дикопольская Н.Б., Каюмова Г.Г.// Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2012. – Т. 154, № 12. – С. 677-680.

9. Каюмова Г.Г. Мониторинг функционального состояния адаптационных систем у школьников как элемент охраны здоровья и безопасности их жизнедеятельности/ Шайхелисламова М.В., Ситдикова А.А., Каюмова Г.Г.// Фундаментальные исследования. – 2013. – №8 (ч.2). – С.370-375.

10. Каюмова Г.Г. Влияние занятий спортом на состояние эндокринной системы мальчиков/ Шайхелисламова М.В., Дикопольская Н.Б., Каюмова Г.Г. , Билалова Г.А., Едранова А.В.// Материалы международной научно-практической конференции «Наследие крупных спортивных событий как фактор социально-культурного и экономического развития региона». Поволжская ГАФКСиТ. – Казань, 2013. – С.448-449.

11. Каюмова Г.Г. Влияние занятий спортом на половое созревание мальчиков / Шайхелисламова М.В., Каюмова Г.Г. // Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. «Медико-биологические аспекты физической культуры». – Казань, 2013. – С.287-289.

12. Каюмова Г.Г. Функциональное состояние коры надпочечников у юных спортсменов 11-15 лет / Шайхелисламова М.В., Каюмова Г.Г., Дикопольская Н.Б., Ситдикова А.А., Билалова Г.А., // Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. «Медико-биологические аспекты физической культуры». – Казань, 2013. – С.287-289.

13. Каюмова Г.Г. Механизмы гормональной регуляции мышечной деятельности детей и подростков / Шайхелисламова М.В., Дикопольская Н.Б., Каюмова Г.Г. // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. – Тамбов, 2013. – С.88-89.

14. Каюмова Г.Г. Нейрогуморальные механизмы адаптации сердечно-сосудистой системы детей к локальной статической нагрузке/ Шайхелисламова М.В., Дикопольская Н.Б., Ситдигов Ф.Г., Каюмова Г.Г. // Научные труды XXI съезда физиологического общества имени И.П.Павлова. – Волгоград, 2013. – С. 588.

16. Каюмова Г.Г. Влияние повышенных физических нагрузок на состояние коры надпочечников и половое созревание мальчиков / М. В. Шайхелисламова, Ф. Г. Ситдигов, А.А. Ситдикова, Г. Г. Каюмова // Физиология человека. – 2014. – Т.40, №2. – С.87-93.

17. Kayumova G.G. MECHANISMS OF HORMONAL REGULATION OF CHILDREN AND TEENAGERS MUSCULAR ACTIVITY/ Kayumova G.G.,

Shaihelislamova M.V., Sitdikov F.G // publishing office «Bildungszentrum Rodnik e. V.». – Wiesbaden, Germany, 2012. – P.125-127.

18. Kayumova G.G. Adaptation mechanisms in postnatal ontogeny/ Shaihelislamova M.V., Zefirov T.I., Svyatova N.V., Kayumova G.G.// publishing office «Bildungszentrum Rodnik e. V.». – Wiesbaden, Germany, 2012. – P.143-151.